

木質バイオマス発電の課題と展望

木エネ利用推進協議会 熊崎 実

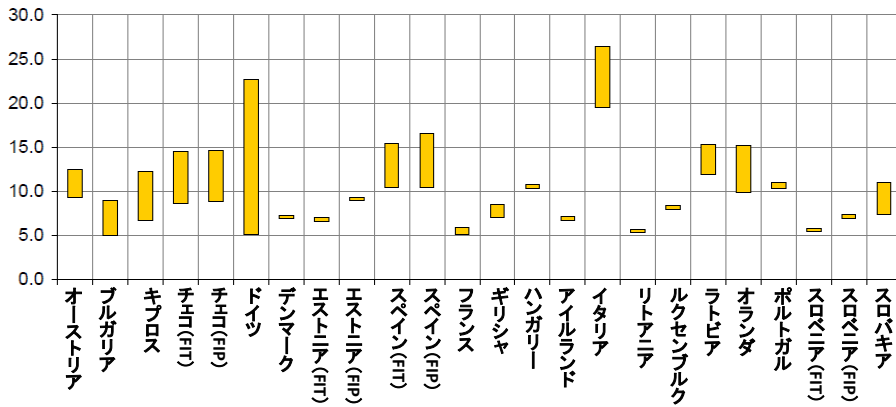
- (1) バイオマス発電と固定価格買取制度(FIT)
- (2) わが国のバイオマスFITについての要検討事項
 - ① 出力規模による買取り価格の差別化
 - ② 熱電併給の取り扱いについて
 - ③ 燃料の種類による買取り価格の差別化
- (3) 燃料用木質チップの品質規格について
- (4) ドイツのFITはバイオマス発電をどのように変えたか
- (5) 「熱の固定価格買取」に踏み切ったイギリスのバイオエネルギー戦略

参考:熊崎 実「これからの木質エネルギービジネス」
環境ビジネスオンライン(www.kannkyou-business.jp) 隔週連載中

バイオマスFITの実施状況

- EU(27)の状況
EU諸国でFITが広く実施されているのは、風力発電と太陽光発電でその有効性が実証されていたからである。しかしFITとバイオマス発電との相性についてなお検討を要する。
- バイオマスFITの二つのタイプ
バイオマスFITの買取り価格には、単一の価格を一律に適用するタイプと、①出力規模、②熱利用の有無、③燃料の種類などの条件に応じて設定するタイプの二つがある。
- 日本のバイオマスFIT
ドイツと同様に条件に応じて価格を設定する方式を採用したが、考慮された条件は燃料の種類のみ。

FIT、FIPを実施するEU(27)諸国の
固形バイオマス発電に対する報償額(最大と最低)
2010年末の状況 ユーロセント/kWh



注) FIT: 料金固定型, FIP: プレミアム固定型、無記名はFITのみの諸国
出所) IFIC: Evaluation of different FIT design options, update by Dec. 2010

プラントの出力規模と買取り価格

○バイオマスFITは出力規模別に設定される例が多い
一般にバイオマス発電のコストはプラントの出力規模によって大幅に変わるとされているが、日本のバイオマスFITでは、5MWの蒸気タービン発電のデータで買取り価格の査定がなされ、出力規模によるコスト差は考慮されていない。

○規模別発電コストの検証

5MWを中心にそれ以上と以下でどれほどのコスト差が生じているか明らかにする必要がある。ただし蒸気タービン発電では、熱電併給でも下限が2MW程度である。それ以下のものについては適切な発電技術がなく、設定が困難である。

バイオマス発電のコストと買取り価格 円/kWh

IEA推計 発電コスト 発電専用 出力規模のみで区分	日本 買取り価格 発電専用 燃料種類のみで区分	ドイツ 買取り価格 熱電併給が前提 出力、燃料、熱利用に配慮
電気出力 価格	燃料区分 価格	電気出力 価格
・～10MW 18～36	・未利用木材 32	・～150kW 基本 17.2 割増 7.2 合計 24.4
・10～50MW 15～25	・一般木材 24	・150～500kW 基本 14.8 割増 7.2 合計 22.0
・50～100MW 9～22	・リサイクル木材 13	・0.5～5MW 基本 13.2 割増 3.0 合計 16.2
・石炭火力(混焼) 6～13	・混焼 一般木材 24 未利用材 32	・5～20MW 基本 7.2 割増 0 合計 7.2
		・発電専用、混焼、20MW以上のプラントは対象外

注) IEA推計は、IEA Renewable Energy Division (2012) Technology Road Map, Bioenergy for Heat and Power.に依拠し、1ドル=90円で円に換算した。
ドイツの買取り価格はユーロセントを1ユーロ=120円で円に換算した。
ドイツの割増は林地残材やパーク等を使用した場合の「ボーナス」である。

熱電併給(CHP)の有無と買取り価格

○なぜCHPか

発電排熱の利用の有無で買取り価格に差を設ける理由として挙げられるのは次の二つである。

- ①低効率の発電はFITの対象にすべきではない
- ②木質資源の需給がひっ迫し発電に回す余裕がない
ドイツ、オーストリア、スイスなどではエネルギー変換効率60%以上をFIT適用の必須条件としている。発電だけではこの要件を満たせないからCHPにせざるを得ない。

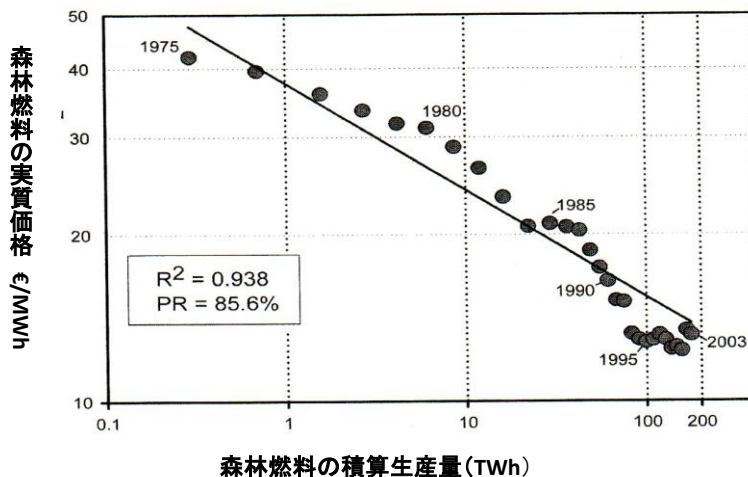
○日本ではどうするか

日本では小規模なコージェネ発電の技術が普及しておらず、蒸気タービン発電を前提にして熱電併給を求めることには無理がある。新しいCHP技術の導入と普及がまず求められよう。また切り捨て間伐材の利用促進のために発電優先もやむを得ないという見方もあり、当面は熱と電気を切り離してそれぞれに対応策をとることも考えられる。

燃料コストと買取り価格

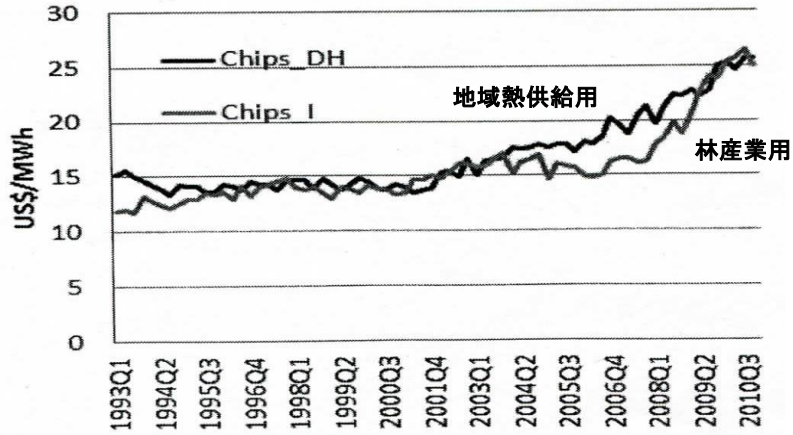
- スウェーデンにおける森林チップの価格動向
この国の統計によると、森林チップの実質価格は1975年から～95年あたりまで一貫して下落し、2000年代の半ばから上昇に転じている。前者は実質的な生産コストの低下を反映したものであり、後者は原木代の上昇によるものだ。狭義の生産コストと原木代を峻別すべきである。
- わが国の課題
森林チップの生産コストが欧州に比べてかなり高く、コスト削減の努力が欠かせない。さもないと、森林経営に回るべき原木代が出てこないのだ。
- 発電に回るのは低質のチップ
ドイツの森林チップ(水分35%)の平均価格はトン当たり€90にもなっているが、発電プラントにはこれよりもずっと安いチップが入っている。森林チップの分別利用が不可欠。
- オーストリアのバイオマスFIT
この国では燃料の種類(森林チップ、工場残材、建廃)ごとに買取り価格を定めていたが、今では規模別の一本になっている。

スウェーデンにおける森林燃料の実質価格 1975～2003年



出所: Bjorheden, R. Biomass & Bioenergy 30 (2006) 289-95

スウェーデンにおける森林チップ価格の推移 1993～2010年



出所) O. Olsson & B. Hillring, Biomass & Bioenergy 57 (2013) 78-85

オーストリアの固形バイオマスFIT

ユーロセント/kWh

改定前

出力 MW	森林 チップ	工場 残廃材	建築 廃材
~2	16.0	12.8	10.4
2~5	15.0	12.0	9.8
5~10	13.0	10.4	8.5
10~	10.2	8.2	6.6

改定後

出力 MW	固形 バイオマス
~0.5	14.98
0.5~1	13.54
1~1.5	13.10
1.5~2	12.97
2~5	12.26
5~10	12.06
10~	10.00

輸入バイオマスの取扱い

○何が問題か

EUのFITは、小規模な再エネ事業者への支援策とされ、バイオマスの大型発電や石炭混焼は除外されている。わが国のFITでは、そうした制限がないために、それを狙ってグローバルに流通している木質ペレットやチップが大量に入ってくる可能性がある。

○検討の要点

輸入バイオマスについては、CO2削減の視点のみならず、国内産業の保護やサステナビリティにかかわる国際的な要請を踏まえて十分に検討する必要がある。

燃料用木質チップの品質規格について

○燃料用チップの多様な性状

燃料用チップの原料は主として林業・林産業から生じる残廃材であり、その性状に大差がある。その一方で燃焼機器の性能が向上するにつれて燃料の形状や含水率に対する要求が厳しくなっている。燃料用チップの取引価格にもそれが反映して、品質による価格差が拡大してきた。欧州では統一的な規格ができて運用が始まっている。

○規格化の後れた日本

わが国で燃料用チップといえば、おおむね建廃系のものに限られていて、水分25%以下の比較的乾いたチップが主流になっていた。それが林地残材や開発残材、剪定枝などからの生チップが出回るようになったため、あちこちでトラブルが生じていた。本協議会が燃料用チップの規格化に取り組んだのはこのような背景があったからである。

燃料用木質チップの水分率と取引価格 オーストリア 2007年

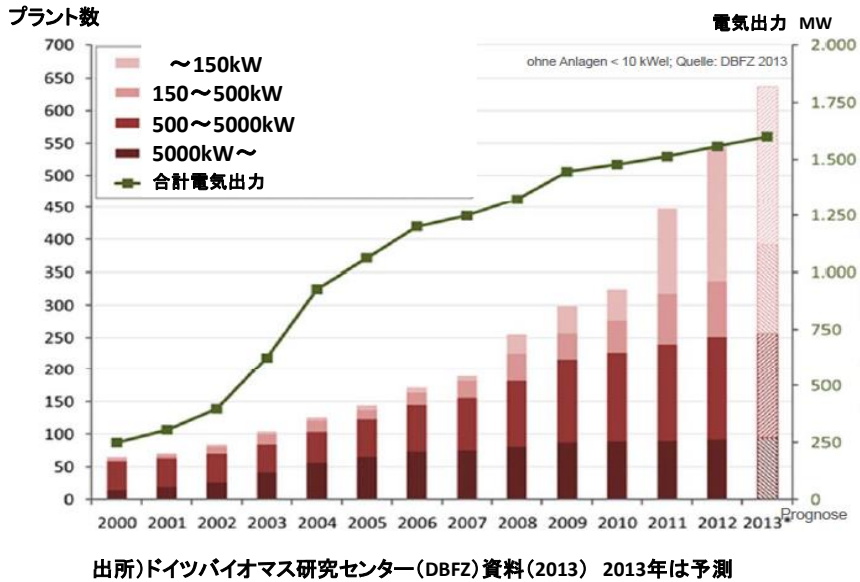
水分率(WB%)	取引価格(€/t)
20	96.00
25	82.50
30	70.00
35	52.25
40	42.00

出所)山田祐衣「燃料用木質チップの品質管理における含水率計測について」
木エネ協議会25年度第2回勉強会 2014.11.13 (原資料はBIONET2:
Fact sheet of supply chain in Austria, 2007)

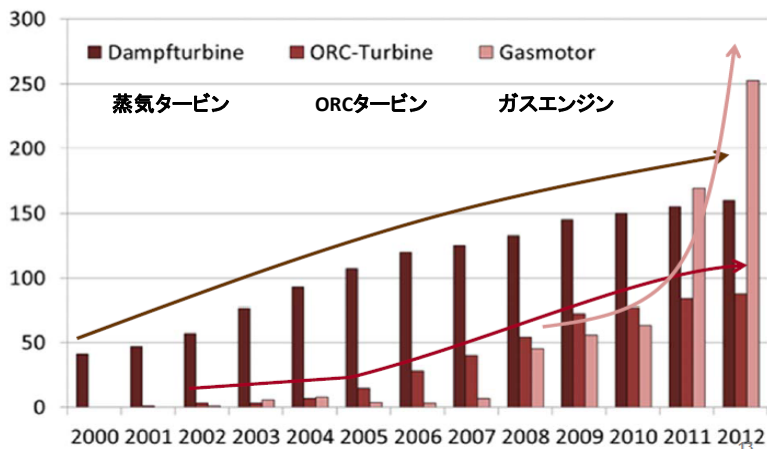
ドイツのバイオマスFITがもたらしたダイナミックな変化

- (1) FIT(2000年制定、04年、09年、12年改訂)による政策的誘導
出力規模別の基本レートで小規模を優遇。「材料割増し」、「技術割増し」、
「CHP割増し」の導入。12年の改定で熱電併給が必須の条件に。
- (2) 小規模コージェネ発電の拡大
5MW以上の発電プラントの新設は見られなくなり、小規模の熱電併給プ
ラントが大幅に増加している。それに伴ってオーガニックランキンサイクル
発電やガス化発電などの新しい技術の導入が進んだ。
- (3) 燃料価格の上昇
森林チップの価格はこの10年で約2倍になり、規模の大きい発電は低質
のリサイクル材が中心
- (4) 木質バイオマス発電の二極化
大都市圏や工業地帯: 廃材などによる大規模発電
ドイツ南部の森林地帯: 森林バイオマスによる小型の熱電併給

ドイツのFIT対応木質バイオマス発電 規模別プラント数と総電気出力

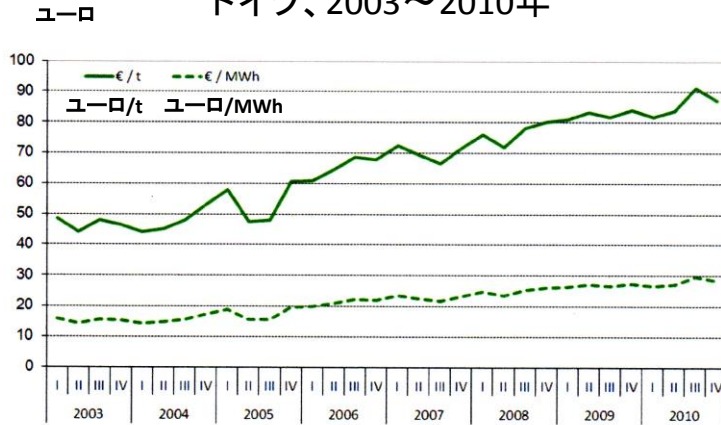


ドイツのFIT対応木質バイオマス発電 発電方式別プラント数の推移



出所)ドイツバイオマス研究センター(DBFZ)資料(2013)

森林チップの平均価格 ドイツ、2003～2010年



注) 20kmの範囲内から集められた含水率35%の森林チップ

出所) DBFZ: Stromerzeugung aus Biomasse, Zwischenbericht, 2011

ドイツのバイオマス発電: 3つのCHPモデルケース

	単位	20MW 蒸気	5MW 蒸気	0.5MW ORC
設備				
ボイラ出力	MW	67.0	20.0	4.2
電気出力(発電効率)	MW, (%)	18.1 (27%)	3.4 (17%)	0.5 (12%)
熱出力(熱効率)	MW, (%)	38.9 (58%)	13.2 (66%)	3.0 (71%)
資本費	億円	66.2	22.1	4.6
燃料消費	万トン	17.4	4.7	0.76
燃料単価	円/トン	3,900	6,500	7,800
稼働時間、発電	時間/年	7,700	7,700	6,000
稼働時間、熱	時間/年	3,000	3,500	6,000
配置人員	人	25	13	2
販売				
電気	GWh	125.3	23.0	2.0
電気の販売単価	円/kWh	9.4	17.9	24.3
熱	GWh	116.6	46.2	17.9
熱の販売単価	円/kWh	6.5	6.5	6.5
収支				
電気の売上げ	億円	11.9	4.1	0.49
(参考: 発電専用)	億円	(13.2)	(6.1)	
熱の売上げ	億円	7.6	3.0	1.16
変動費	億円	8.6	3.5	0.68
固定費	億円	4.3	1.7	0.31
EBITAD (売上比 %)	億円, (%)	6.6 (34%)	1.9 (27%)	0.66 (40%)

注) 1ユーロ=130円で換算、EBITAD=利息、税、減価償却、償還を差引く前の収入

出所) 梶山恵司氏の提供資料(木エネ協議会研究会、2013年9月6日)をもとに作成。

イギリスのバイオエネルギー戦略

- 他の再生エネに比べてバイオマスがユニークなのは、質の高い熱を効率的に生み出すことで、発電は本命ではない。
- 再生可能エネルギー行動計画(2010年)
熱分野における再生エネの比率を2020年までに1%から12%に引き上げる。変換技術選択の原則は、
 - ①CO₂を確実にかつ効果的に削減できること、
 - ②CO₂の削減コストが可能な限り低いこと。
- 発電の分野では石炭火力での混焼を優先し、バイオマス専焼の発電は政策的に推進すべきではない。発電コストが高く、かつ成熟した技術であるためコスト削減の余地が乏しい。
- ただしローカルな資源を用いた小規模な熱電併給は重要。
- イギリスは2011年から5MW以下のプラントを対象にFITをスタートさせたが、バイオマスは除外。その代り「熱のFIT」と自称する「再生可能な熱の助成策(RHI)」を実施。

イギリスRHIにおける再生可能な熱への助成率

非家庭用: 2011年から実施、下記は2014年1~3月の助成率
家庭用: 2014年4月から実施、下記は予定助成率

熱供給の技術	非家庭用 20年間		家庭用 7年間 助成率 p/kWh
	熱出力 kW	助成率 p/kWh	
小規模バイオマス	~200	8.6(tier 1), 2.2(tier 2)	12.2
中規模バイオマス	200~1000	5.0(tier 1), 2.1(tier 2)	
大規模バイオマス	1000~	1.0	
小規模ヒートポンプ	~100	4.8	ASHP 7.3 GSHP 18.8
大規模ヒートポンプ	100~	3.5	
太陽熱	~200	9.2	19.2
バイオメタン/ガス	~200*	7.3	—

* 出力制限があるのはバイオガスのみで、バイオメタンにはそれがない。

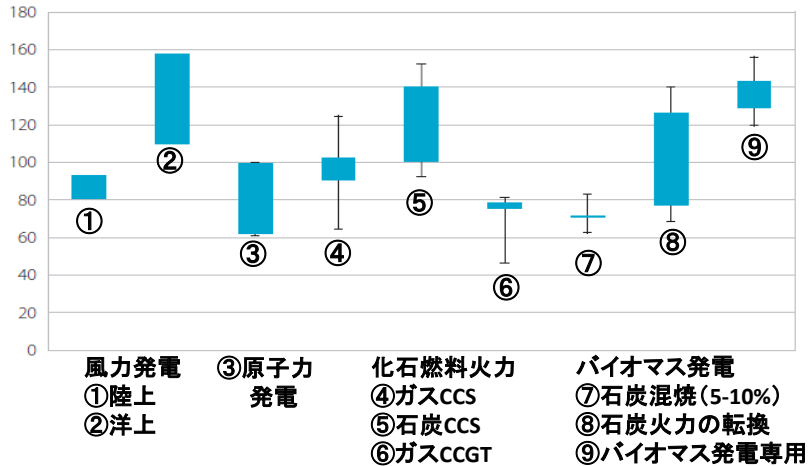
注1) 小・中規模のバイオマスの場合、Tier Break(設置容量kWth × 1.314)まではtier1が、それを超える分についてはtier2が適用される。

2) ヒートポンプのASHPは大気熱利用、GSHPは地中熱利用の略。

3) p=ペンス、約1.7円

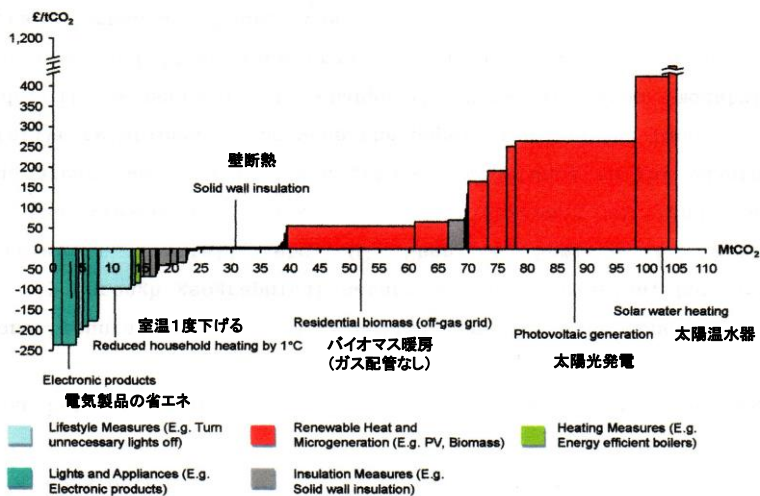
大規模バイオマス発電と低炭素発電のコスト比較

£/MWh



出所) Committee on Climate Change (2011), Bioenergy Review. P.69

温室効果ガス削減の限界費用曲線(住宅部門) 2020年での技術的ポテンシャル、英国



UK's CCC Report (2008): Building a low-carbon economy, p.221